

**MAIL STOP PATENT**  
Attorney Docket No. 26069

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

SUZUKI et al.

Serial No. Not Yet Assigned

Filed: March 26, 2004

For: **PROJECTION DISPLAY APPARATUS**

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-captioned application, notice is hereby given that the Applicant claims as priority date MARCH 31, 2003, the filing date of the corresponding application filed in JAPAN, bearing Application Number 2003-094041.

A Certified Copy of the corresponding application is submitted herewith.

Respectfully submitted,  
**NATH & ASSOCIATES PLLC**

Date: March 26, 2004

By: 

Gary M. Nath  
Reg. No. 26,965  
Marvin C. Berkowitz  
Reg. No. 47,421  
Customer No. 20529

**NATH & ASSOCIATES PLLC**  
6<sup>TH</sup> Floor  
1030 15<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, D.C. 20005  
(202)-775-8383  
GMN/MCB/ng (Priority)

**JAPAN PATENT OFFICE**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: March 31, 2003

Application Number: 2003-094041  
[ST.10/C]: [JP2003-094041]

Applicant(s): VICTOR COMPANY OF JAPAN, LIMITED

February 23, 2004

Commissioner,  
Japan Patent Office

Yasuo IMAI

Number of Certificate: 2004-3012442

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 3 1 日  
Date of Application:

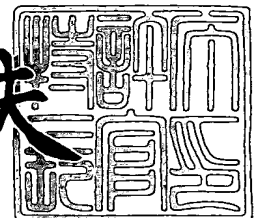
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 0 4 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 9 4 0 4 1 ]

出      願      人                      日 本 ビ ク タ ー 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 2 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 2 4 4 2



【書類名】 特許願

【整理番号】 415000213

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 27/28

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビ  
                        クター株式会社内

    【氏名】 鈴木 鉄二

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビ  
                        クター株式会社内

    【氏名】 前野 敬一

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビ  
                        クター株式会社内

    【氏名】 守屋 哲

【特許出願人】

    【識別番号】 000004329

    【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

    【代表者】 寺田 雅彦

    【電話番号】 045-450-2423

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 003654

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1



【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の偏光分離手段と、第 2 の偏光分離手段と、第 3 の偏光分離手段と、第 4 の偏光分離手段とを対角方向に配置し、かつ前記第 1 の偏光分離手段を照明光の入射側に、第 4 の偏光分離手段を投射側に配置し、前記第 2 の偏光分離手段の前記第 1 偏光分離手段が配置されている側と反対側か前記第 4 の偏光分離手段が配置されている側と反対側のいずれか一方に第 1 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の偏光分離手段の前記第 1 の偏光分離手段が配置されている側と反対側に第 2 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の偏光分離手段の前記第 4 の偏光分離手段が配置されている側と反対側に第 3 の反射型空間光変調素子を配置するとき、予め不定偏光から所定の偏光にされた 3 原色光を含んだ光を前記第 1 ～第 3 の偏光手段により各色光に色分解した後、前記第 1 ～第 3 の反射型空間光変調素子により各色光の映像信号に対応して光変調・反射した後、前記第 2 ～第 4 の偏光分離手段により色合成を行ってカラー画像を生成する色分解合成光学系と、前記色分解合成光学系で生成された前記カラー画像を拡大投影する投射レンズと、からなる投射表示装置において、

前記第 1 ～第 4 の偏光分離手段のうち、少なくとも 2 つは、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第 1 ～第 3 の反射型空間光変調素子のうち少なくとも 1 つの反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えたことを特徴とする投射表示装置。

【請求項 2】

前記非点収差補正用レンズは、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項 1 記載の投射表示装置。

【請求項 3】

前記シリンドリカルレンズは、その表面がトロイダル非球面であることを特徴とする請求項 1 記載の投射表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、反射型の空間光変調素子を用いた投射表示装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

カラー投射表示装置は、白色光から3原色光に係るR（赤）、G（緑）、B（青）の各色光を色分解して対応色の空間光変調素子に導き、この空間光変調素子で映像信号に応じて光変調された色光を合成して投射し、スクリーン上にカラー映像を表示させるものである。

**【0003】**

投射表示装置として反射型の空間光変調素子を用いた方式は高解像度化に有利であるが、光学構成が複雑となる傾向があった。これを解決するための投射表示装置が特許文献1に開示されている。

**【0004】**

即ち、特許文献1には以下の構成が開示されている。

予め不定偏光から偏光板等によりP偏光にされた3原色光を集光するレンズと、この白色光からP偏光のG光を反射し、その他のP偏光の光を透過させ、光軸に対して45°傾けて配置されたダイクロイックミラーと、ダイクロイックミラーで反射されたP偏光のG光を透過させ、S偏光のG光を反射させる第1の偏光ビームスプリッタープリズムと、前記ダイクロイックミラーを透過したその他のP偏光の光のうち、R光の偏波面を90°回転してS偏光にし、P偏光のB光をそのまま透過させるR用波長選択性位相板と、前記R用波長選択性位相板でS偏光にされたR光を反射し、P偏光のB光をそのまま透過させる第2の偏光ビームスプリッタープリズムと、からなる。

**【0005】**

更に、第1の偏光ビームスプリッタープリズムのG光の透過側には、P偏光のG光を映像信号に応じて光変調し、S偏光にして反射するG用空間光変調素子と、第2の偏光ビームスプリッタープリズムで反射されたP偏光のR光側には、S

偏光の R 光を映像信号に応じて光変調し、P 偏光にして反射する R 用空間光変調素子と、第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムを透過した P 偏光の B 光側には、P 偏光の B 光を映像信号に応じて光変調し、S 偏光にして反射する B 用空間光変調素子と、前記第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムを透過した P 偏光の R 光及び前記第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムで反射された S 偏光の B 光のうち、B 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して P 偏光にし、P 偏光の R 光をそのまま透過させる B 用波長選択性位相板と、からなる。

#### 【0006】

更にまた、前記第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムで反射された S 偏光の G 光を反射し、B 用波長選択性位相板を透過する P 偏光の B 光及び R 光を透過させる第 3 の偏光ビームスプリッタープリズムと、前記第 3 の偏光ビームスプリッタープリズムから出射する P 偏光の R 光、G 光及び B 光をスクリーンに投射する投射レンズと、からなる。

#### 【0007】

前記第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムと前記 G 用空間光変調素子との間には、前記第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムから出射する P 偏光の G 光を直線偏光にすると共に、前記 G 用空間光変調素子で反射された G 光が第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムに斜めに入射して偏光劣化することなく直線偏光から楕円偏光にする  $\lambda/4$  位相板が配置されている。

前記第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムと前記 R 用空間光変調素子との間にも同様な第 2 の  $\lambda/4$  位相板が配置され、前記第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムと前記 B 用空間光変調素子との間にも同様な第 3 の  $\lambda/4$  位相板が配置されている。

この投射表示装置によれば、光学構成が簡単で、しかも混色が生じにくく、低コストでコントラストの高い投射映像を得ることができる。

#### 【0008】

##### 【特許文献 1】

特開 2001-174755 公報 (第 8 頁-第 9 頁、第 8 図)

#### 【0009】



**【発明が解決しようとする課題】**

ところが、第1～第3の偏光ビームスプリッタープリズムに用いられる偏光分離面は、直角プリズムの斜面部に誘電体膜を数十層と蒸着した光学膜により形成されているが、図11に示すように、この光学膜は、光の入射角をパラメータとして、透過率の波長依存性がある。図11は、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ をパラメータとした時のP偏光の透過率の可視波長領域での波長依存性を示す図である。図11中、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ は、aが $0^\circ$ 、bが $6^\circ$ 、cが $15^\circ$ 、dが $+6^\circ$ 、eが $+15^\circ$ の場合を示す。なお、入射角 $\beta$ は、偏光ビームスプリッタープリズムへの入射光が光軸となす角である。

**【0010】**

図11に示すように、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ が $\pm 6^\circ$ 以内の場合には、P偏光の透過率の波長依存性は比較的一定しているが、これを超えると、大きな波長依存性を有すると共に透過率が低下する。

**【0011】**

通常、不定偏光の中には、偏光分離面に対して、光軸に平行に入射する主光線や前記した所定の角度以外の角度で入射する光も含まれるため、主光線を偏光分離面に光軸に平行に入射させることができても、それ以外の光は、光軸と平行に入射させることができない。このため、前記したように、不定偏光を偏光分離面に入射させた場合には、それらの偏光分離面での透過率が波長によって異なるため、色再現性が悪くなる。

**【0012】**

この対策として、偏光分離面に入射させる不定偏光の入射角度を狭く絞って透過率の波長依存性を低減することが考えられる。しかし、絞られた以外の不定偏光は外光となり、投射表示装置には利用されないことになるので、明るさの低下を生じる結果となる。

**【0013】**

また、3原色光が第1～第3の偏光ビームスプリッタープリズムで吸収される

ことによる熱分布を生じて、これら第1～第3の偏光ビームスプリッタープリズムの中の温度差により屈折率が変化して、複屈折が生じるため、映像品質を低下させていた。これは偏光ビームスプリッタープリズムを構成するプリズム中で偏光面が部分的に回転してしまうためである。これを発生させないようにするには、使用するガラス材料の複屈折（歪）を極力抑えるために、光弾性定数の小さい材料が必要であるが、コストの上昇が避けられない。

#### 【0014】

更に、投射表示装置の小型軽量化が望まれているが、この投射表示装置中で偏光ビームスプリッタープリズムは、最も重たいため、軽くする必要があった。また、表示素子のサイズが大きくなるにつれて前記したプリズムが大きくなるために、重量が非常に重くなるという問題があった。

#### 【0015】

そこで、本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本願発明における第1の発明は、第1の偏光分離手段と、第2の偏光分離手段と、第3の偏光分離手段と、第4の偏光分離手段とを対角方向に配置し、かつ前記第1の偏光分離手段を照明光の入射側に、第4の偏光分離手段を投射側に配置し、前記第2の偏光分離手段の前記第1偏光分離手段が配置されている側と反対側か前記第4の偏光分離手段が配置されている側と反対側のいずれか一方に第1の反射型空間光変調素子を配置し、前記第3の偏光分離手段の前記第1の偏光分離手段が配置されている側と反対側に第2の反射型空間光変調素子を配置し、前記第3の偏光分離手段の前記第4の偏光分離手段が配置されている側と反対側に第3の反射型空間光変調素子を配置するとき、予め不定偏光から所定の偏光にされた3原色光を含んだ光を前記第1～第3の偏光手段により各色光に色分解した後、前記第1～第3の反射型空間光変調素子により各色光の映像信号に対応して光変調・反射した後、前記第2～第4の偏光分離手段により色合成を行ってカラー画像を生成する色分解合成光学系と、前記色分解合成光学系で生成された前記

カラー画像を拡大投影する投射レンズと、からなる投射表示装置において、

前記第1～第4の偏光分離手段のうち、少なくとも2つは、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第1～第3の反射型空間光変調素子のうち少なくとも1つの反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えたことを特徴とする投射表示装置を提供する。

第2の発明は、前記非点収差補正用レンズは、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項1記載の投射表示装置を提供する。

第3の発明は、前記シリンドリカルレンズは、その表面がトロイダル非球面であることを特徴とする請求項1記載の投射表示装置を提供する。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態に係る投射表示装置について図1～図9を用いて説明する。

図1は、本発明の実施形態における投射表示装置を示す模式図である。図2は、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角 $\alpha$ をパラメータとした時のP変更の透過率の波長依存性を示す図である。図3は、図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ無しの場合を示す図である。図4は、シリンドリカルレンズ無しの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。図5は、図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ有りの場合を示す図である。図6は、シリンドリカルレンズ有りの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。図7は、本発明の実施形態の第1変形例における投射表示装置を示す模式図である。図8は、本発明の実施形態の第2変形例における投射表示装置を示す模式図である。図9は、本発明の実施形態の第3変形例における投射表示装置を示す模式図である。

#### 【0018】

図1に示すように、本発明の実施形態に係る投射表示装置1は、水平方向に配置され、予め不定偏光から偏光変換板等により凡そS偏光にされた光を集光する

レンズ 2 と、このレンズ 2 から出射する S 偏光のみの関係を有する直線偏光の光を透過させるように透過軸を選択した第 1 の偏光板 3 と、この第 1 の偏光板 3 から出射される直線偏光を 3 原色光に色分解し、この色分解された 3 原色光を各色光用の映像信号で光変調した後、色合成を行ってカラー画像にする色分解合成光学系 4 と、色分解合成光学系 4 で色合成されたカラー画像を P 偏光の関係を有する直線偏光のみを透過させるように透過軸を選択する第 2 の偏光板 5 と、P 偏光となったカラー画像を拡大投影する投射レンズ 6 と、からなる。

#### 【0019】

色分解合成光学系 4 は、第 1 の偏光板 3 を透過した S 偏光のうち、G 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して P 偏光にし、S 偏光のその他の光をそのまま透過させる第 1 の G 用位相板 7 と、第 1 の G 用位相板 7 を透過した 3 原色光のうち、P 偏光の G 光を透過し、S 偏光のその他の光を反射させ、G 光の光軸に対して  $45^\circ$  の角度を有して配置された第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 8 と、第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 8 を透過した P 偏光の G 光を透過し、S 偏光の G 光を反射させ、G 光の光軸に対して  $135^\circ$  の角度を有して配置された第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 9 と、第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 8 で反射された S 偏光のその他の光のうち、R 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して P 偏光にする第 1 の R 用位相板 10 と、この第 1 の R 用位相板 10 を透過した R 光とその他の光 (B 光) のうち、P 偏光の R 光を透過させ、S 偏光の B 光を反射させ、R 光の光軸に対して  $45^\circ$  の角度を有して配置された第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 と、からなる。

#### 【0020】

第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 9 の G 光の透過側には、P 偏光の G 光を映像信号に応じて光変調し、S 偏光にして反射する G 用反射型空間光変調素子 12 と、第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 の R 光の透過側には、P 偏光の R 光を映像信号に応じて光変調し、S 偏光にして反射する R 用反射型空間光変調素子 13 と、第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 で B 光が反射された側には、S 偏光の B 光を映像信号に応じて光変調し、P 偏光にして反射する B 用反射型空間光変調素子 14 と、第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 で反射された R 用反射型空間光変調素子 13 から反射して出射する S 偏光の R 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して P

偏光にする第2のR用位相板15と、からなる。

#### 【0021】

更に、第2のワイヤグリッド偏光分離板9で反射されたG用反射型空間光変調素子12から反射して出射するS偏光のG光を反射する一方、第2のR用位相板15をP偏光のまま透過するB光及びここでP偏光にされたR光を透過させる偏光分離面16aを有する偏光ビームスプリッタープリズム16と、偏光ビームスプリッタープリズム16から出射されるP偏光のR光及びB光をそのまま透過させ、S偏光のG光の偏波面を90°回転してP偏光にする第2のG用位相板17と、からなる。

#### 【0022】

第2のワイヤグリッド偏光分離板9とG用反射型空間光変調素子12との間には、第1の波長板18が配置され、第3のワイヤグリッド偏光分離板11とR用反射型空間光変調素子13との間には、第2の波長板19が配置されている。また、第3のワイヤグリッド偏光分離板11とB用反射型空間光変調素子14との間には、B用反射型空間光変調素子14側から順に第3の波長板20、B用反射型空間光変調素子14で反射されたB光が第3のワイヤグリッド偏光分離板11を透過する際に発生する非点収差を補正するシリンドリカルレンズ21が配置されている。

#### 【0023】

第1の波長板18は、G用反射型空間光変調素子12で反射されたG光の液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行うためのものである。第3の波長板20は、B用反射型空間光変調素子12で反射されたB光の液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行うためのものである。

第2の波長板19は、R用反射型空間光変調素子13の液晶プレチルト角分の偏光状態補正用のためである。

なお、いずれの波長板も各色に対応した1/4波長板または1/2波長板を用いる。液晶プレチルト角分の補正は微量でよく、1/10波長以下、さらには1/20波長以下の微量な波長板である方が望ましい。実際の波長板の取り付けにあたって光学軸方向の設定は、反射型空間光変調素子を黒表示状態にし、スクリ

ーンに投影した画像が最も黒が沈んだ状態になるように調整して行う。

#### 【0024】

ここで、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光が入射角  $\alpha$  で入射した時の P 偏光の透過率の波長依存性について図 2 を用いて説明する。

図 3 中、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角  $\alpha$  は、a が  $0^\circ$ 、b が  $-15^\circ$ 、c が  $+15^\circ$  の場合を示す。なお、入射角  $\alpha$  は、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光が光軸となす角である。

#### 【0025】

図 2 に示すように、従来より広い入射角である  $\pm 15^\circ$  となっても P 偏光の透過率の波長依存性は、可視波長領域で極めて小さく、安定している。このため、偏光ビームスプリッタープリズムの代わりにワイヤグリッド偏光分離板を用いると、明るく、色再現性の良好な投射表示装置が得られることがわかる。また、ワイヤグリッド偏光分離板は、偏光ビームスプリッタープリズムと異なり、一枚の板状の偏光分離板であるので、軽量である。更に、投射表示装置に組み込まれた場合でも光源から発する光を吸収しにくいため、複屈折による映像品質の低下を抑えることができる。

#### 【0026】

次に、本発明の第 1 実施形態の特徴である非点収差補正用のシリンドリカルレンズ 21 を B 用反射型空間光変調素子 14 からの B 光を反射する側に第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 を配置した効果について図 3 乃至図 6 を用いて説明する。

#### 【0027】

図 4 及び図 6 中、A s は B 用反射型空間光変調素子 14 の中心位置でのサジタル方向の MTF 曲線、A t は B 用反射型空間光変調素子 14 の中心位置でのタンジェンシャル方向の MTF 曲線、B s は B 用反射型空間光変調素子 14 の端でのサジタル方向の MTF 曲線、B t は B 用反射型空間光変調素子 14 の端でのサジタル方向の MTF 曲線を示す。また、同図中、縦軸は、MTF (%) であり、横軸は、空間周波数 (lp/mm、ラインペア/ミリメートル) である。

#### 【0028】

解像度性能は、一般的にMTF (Modulation Transfer Function) により評価される。MTFは、被写体である格子縞像の明暗のコントラストがレンズを介してどれほど忠実に再現されるかを表す量であり、100%に近いほど細かい明暗を解像できることを示す。投影レンズの場合、MTFが50%以上であれば、実用上高い解像度を有していると言える。例えば、反射型空間光変調素子の水平方向、垂直方向ともに画素ピッチを $20\mu\text{m}$ とすると、画素ピッチに相当する空間周波数は $25\text{lp/mm}$ であるので、MTFは、50%以上であることが高解像度な画像を得る条件となる。

#### 【0029】

解像度性能をあらわす場合、主光線が光学系の光軸上にはないので、光線のサジタル成分とタンジェンシャル成分の結像点が一致しないという現象があるため、それぞれの成分毎にMTF特性をあらわすことが一般的である。ここで、光線のサジタル成分とタンジェンシャル成分の結像点が一致しない収差を非点収差という。

#### 【0030】

ワイヤグリッド偏光分離板が光軸に対して $45^\circ$ の角度を有して配置されているので、これを横切る光はサジタル成分とタンジェンシャル成分とでワイヤグリッド偏光分離板の界面で受ける屈折に差を生じるために大きな非点収差を生じる。

図3に示すように、シリンドリカルレンズが無い場合には、図4に示すように、空間周波数 $25\text{lp/mm}$ でMTFは、20%前後であり、実用に供しないことがわかる。

#### 【0031】

一方、図5に示すように、シリンドリカルレンズ有りの場合には、シリンドリカルレンズ21がB用反射型空間光変調素子14から反射されたB光のサジタル成分にレンズ作用して、ワイヤグリッド偏光分離板11を透過したB光のタンジェンシャル成分の結像点がサジタル成分の結像点に近くなるように作用する。この結果、図6に示すように、空間周波数 $25\text{lp/mm}$ でMTFは、50%を超える高い解像度を有し、実用的であることがわかる。

上記したワイヤグリッド偏光分離板 11 は、厚さ 1 mm のガラス板である。シリンドリカルレンズ 21 は、BK7 材料であり、厚さが 2 mm で、半径が 75 mm のものである。ワイヤグリッド偏光分離板 11 側に向けてシリンドリカルレンズ 21 の凸面を配置している。

#### 【0032】

このように、第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 と B 用反射型空間光変調素子 14 との間にシリンドリカルレンズ 21 を配置すると、第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 で発生する非点収差を小さく補正することができるので、高い解像度の画像を得ることができる。

#### 【0033】

次に、その動作について説明する。

予め不定偏光から偏光変換板等により凡そ S 偏光にされた 3 原色光をレンズ 2 に入射させる。このレンズ 2 で集光された 3 原色光を第 1 の偏光板 3 に入射させる。そして、第 1 の偏光板 3 でこの 3 原色光から S 偏光のみの関係を有する直線偏光を透過させて、第 1 の G 用位相板 7 に入射させる。第 1 の G 用位相板 7 は、G 光のみの偏波面を  $90^\circ$  回転させる波長選択性偏光変換手段であるため、第 1 の G 用位相板 7 を透過する G 光に係る S 偏光は、P 偏光に変換される。また、第 1 の G 用位相板 7 は、R 光及び B 光に対して何ら作用しないため、それらは S 偏光のままである。

#### 【0034】

第 1 の G 用位相板 7 を透過した P 偏光の G 光は、第 1 及び第 2 ワイヤグリッド偏光分離板 8、9 を透過直進して、第 1 の波長板 18 を介して G 用反射型空間光変調素子 12 において G 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

光変調されて生成した G 光の S 偏光成分は、第 2 ワイヤグリッド偏光分離板 9 で再び反射され、偏光ビームスプリッタープリズム 16 の透過面 16 b から入射し、偏光ビームスプリッタープリズム 16 の偏光分離面 16 a において反射され、第 2 の G 用位相板 17 に入射する。第 2 の G 用位相板 17 は、前述したように G 光に係る偏波面を  $90^\circ$  回転させる機能を有するので、G 光の S 偏光は P 偏光に変換されて出射する。



**【0035】**

次に、R光について説明する。

第1のG用位相板7を透過したS偏光のR光は、第1のワイヤグリッド偏光分離板8で反射され、第1のR用位相板10に入射する。

ここで、第1のR用位相板10は、R光の偏波面を $90^\circ$ 回転させる波長選択性偏光変換手段であるため、R光はS偏光からP偏光に偏光されてこれを出射し、第3のワイヤグリッド分離偏光板11に入射する。更に、P偏光のR光は、第3のワイヤグリッド分離偏光板11を透過して、第2の波長板19を介してR用反射型空間光変調素子13に入射する。そして、このR用反射型空間光変調素子13においてR対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

**【0036】**

光変調されて生成したR光のS偏光成分は、第3のワイヤグリッド分離偏光板11で反射され、第2のR用位相板15に入射する。この第2のR用位相板15において、R光のS偏光成分は、P偏光に偏光変換されて偏光ビームスプリッタープリズム16に入射する。そして、偏光ビームスプリッタープリズム16の偏光分離面16aを透過直進して第2のG用位相板17に入射する。第2のG用位相板17は、R光には何ら作用せず、R光は、P偏光のままこれを出射する。

**【0037】**

次に、B光について説明する。

第1のG用位相板7を透過したS偏光のB光は、第1のワイヤグリッド分離偏光板8で反射され、第1のR用位相板10に入射する。ここで、第1のR用位相板10は、上記したように、R光のみに作用し、B光には何ら作用しないため、B光は、偏光変換されることなくS偏光のままこれを出射し、第3のワイヤグリッド分離偏光板11に入射する。

**【0038】**

S偏光のB光は、第3のワイヤグリッド分離偏光板11で反射され、シリンドリカルレンズ21、第3の波長板20を介して、B用反射型空間光変調素子14に入射し、このB用反射型空間光変調素子14でB対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

## 【0039】

光変調されて生成したB光のP偏光は、第3の波長板20で液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行った後、シリンダリカルレンズ21に入射させて、このB光のP偏光のサジタル成分とタンジェンシャル成分の非点収差を補正して第3のワイヤグリッド分離偏光板11に入射させる。更に、このB光のP偏光は、第3のワイヤグリッド分離偏光板11を透過直進し、第2のR用位相板15に入射する。この第2のR用位相板15は、上記したように、B光に対しては何ら作用しないため、B光は、P偏光のままこれを出射して偏光ビームスプリッタープリズム16に入射する。そして、偏光ビームスプリッタープリズム16の偏光分離面16aを透過直進して、その透光面16cより出射し、後段に配置した第2のG用位相板17に入射する。

第2のG用位相板17は、前記したように、G光のみに作用し、B光には何ら作用しないため、B光は、P偏光のままこれを出射する。

## 【0040】

このようにして、R光、G光、B光の偏波面は、P偏光に揃えられてP偏光のみを透過する第2の偏光板5、投射レンズ6を介して図示しないスクリーンにカラー映像を拡大表示する。

## 【0041】

以上のように、本発明の実施形態によれば、第3のワイヤグリッド偏光分離板11とB用反射型空間光変調素子14との間にシリンダリカルレンズ21を配置しているので、第3のワイヤグリッド偏光分離板11で発生する非点収差を小さく補正できるため、高い解像度の画像が得られる。

また、第1～第3のP偏光の透過率の波長依存性が少なく、板状のワイヤグリッド偏光分離板8、9、11を用いているので、軽量で、かつ熱分布による複屈折が生じないため、映像品質の良好な画像が得られる。

本発明の実施形態では、予め不定偏光から偏光板等により3原色光をS偏光にしたが、P偏光にした場合も同様である。

## 【0042】

次に、本発明の実施形態の第1変形例について図7を用いて説明する。

本発明の実施形態と同一構成には同一符号を付し、その説明を省略する。

第1変形例の投射表示装置22は、本発明の実施形態における投射表示装置1において、レンズ2と共に第1のG用位相板7を第1のワイヤグリッド偏光分離板8の上方に配置し、G用反射型空間光変調素子12を第2の波長板19の第3のワイヤグリッド偏光分離板11が配置されている側と反対側に、R用反射型空間光変調素子13を第3の波長板20の第3のワイヤグリッド偏光分離板11が配置されている側と反対側に、B用反射型空間光変調素子14を第1の波長板18の第2のワイヤグリッド偏光分離板9が配置されている側と反対側にそれぞれ配置したものである。

#### 【0043】

更に、第1と第2のワイヤグリッド偏光分離板8、9間にS偏光のB光の偏波面を90°回転してP偏光にするB用位相板23を配置し、第3のワイヤグリッド偏光分離板11と偏光ビームスプリッタープリズム16との間にS偏光のG光の偏波面を90°回転してP偏光にするG用位相板24を配置したものであり、これ以外は同様である。

この場合も本発明の実施形態と同様な効果が得られる。

#### 【0044】

次に、本発明の実施形態の第2変形例について図8を用いて説明する。

本発明の実施形態及び第1変形例と同一構成には同一符号を付しその説明を省略する。

図8に示すように、第2変形例の投射表示装置25は、第1変形例において、第2のワイヤグリッド偏光分離板9の上方に第2のワイヤグリッド偏光分離板9側から順にシリンダリカルレンズ26、第1の波長板18、B用反射型空間光変調素子14を配置し、第2のワイヤグリッド偏光分離板9と偏光ビームスプリッタープリズム16との間にB用位相板27を配置したものであり、それ以外は同様である。

#### 【0045】

実用的には、投射レンズ6を上下に動かして投射表示装置25を使用したい場合に、第1実施形態及び第1変形例のように投射レンズ6がG用反射型空間光変

調素子 12 或いは B 用反射型空間光変調素子 14 に隣接して配置されていると、投射レンズ 6 が G 用反射型空間光変調素子 12 或いは B 用反射型空間光変調素子 14 にぶつかってしまう。このような場合、第 2 変形例では、B 用空間光変調素子 14 が上方に配置されようになっているので、投射レンズ 6 が G 用反射型空間光変調素子 12 或いは B 用反射型空間光変調素子 14 にぶつかることがない。

このため、実施形態及び第 1 変形例の効果に付加して、自由度の広い投射表示装置を得ることができる。

#### 【0046】

次に、本発明の実施形態の第 3 変形例について図 9 を用いて説明する。

図 9 に示すように、第 3 の変形例の投射表示装置 28 は、第 2 変形例において、波長板 19 と第 3 のワイヤグリッド偏光分離板 11 との間にシリンダリカルレンズ 29 を配置し、偏光ビームスプリッタープリズム 16 の代りに B 用位相板 27 を透過した S 偏光の G 光の光軸に対して  $45^\circ$  の角度を有して配置された第 4 のワイヤグリッド偏光分離板 30 を用いたものであり、それ以外は同様である。

#### 【0047】

第 3 変形例によれば、全てワイヤグリッド偏光分離板 8、9、11、30 を用いているので、第 2 変形例の効果に付加して軽量でかつ複屈折のない良好な画像を得ることができる。

#### 【0048】

上記したワイヤグリッド偏光分離板 8、9、11、30 は、厚さ 1 mm のガラス板である。シリンダリカルレンズ 21、26、29 は、BK7 材料であり、厚さが 2 mm で、半径が 75 mm のものである。このシリンダリカルレンズ 21、26、29 の表面をトロイダル非球面にすることにより、更に解像度を補正することも可能である。偏光ビームスプリッタープリズム 16 は、材料としては、SF1、SF2、N-SF1 及び N-SF2（いずれもショット社製）等である。また、シリンダリカルレンズ 21、26、29 及び偏光ビームスプリッタープリズム 16 を強い光強度下で用いる場合には、複屈折の発生しにくい高弾性定数の小さい材料（例えば、オハラ社製の PBH56 等）を使用することによりムラのない画像を得ることができる。

**【0049】**

本発明の実施形態～第3変形例では、R用位相板15、またはG用位相板24と偏光ビームスプリッタープリズム16との間に第1ポストポラライザ（偏光板）を配置し、P偏光以外の不要光を除去するようにして、或いは第2のワイヤグリッド偏光分離板9と偏光ビームスプリッタープリズム16との間に第2ポストポラライザ（偏光板）を配置してS偏光以外の不要光を除去してコントラストを向上させるようにしていても良い。

**【0050】**

第3変形例では、G用位相板24と第3のワイヤグリッド偏光分離板30との間に前記と同様な第1ポストポラライザを配置し、P偏光以外の不要光を除去するようにして、或いはB用位相板27と第4のワイヤグリッド偏光分離板30との間に前記と同様な第2ポストポラライザを配置して、S偏光以外の不要光を除去するようにしてコントラストを向上させるようにしても良い。

**【0051】**

更に、前記した第1及び第2ポストポラライザの代りにワイヤグリッド偏光分離板を用いることもできる。

この際、不要な反射光がスクリーンに到達して表示品質を低下させることがあるので、ワイヤグリッド偏光分離板表面に減反射コートを施す必要がある。これを用いる場合には、このワイヤグリッド偏光分離板を入射する光の光軸に対して傾斜させて配置させることにより不要光を除去するようにすると良い。

更にまた、本発明の実施形態～第3変形例では、第1のワイヤグリッド偏光分離板9側に1つの反射型空間光変調素子、第3のワイヤグリッド偏光分離板11側に2つの反射型空間光変調素子を配置したが、この逆である図10に示す第4変形例で示す配置でも同様な効果が得られる。図10中、31は、第1の偏光板3と同様なS偏光の光のみを透過する偏光板である。また、第2及び第3のワイヤグリッド偏光分離板9、11のみ偏光分離板であり、その他の偏光分離板は、偏光ビームスプリッター等の分離手段でも良い。

**【0052】****【発明の効果】**

本発明によれば、第1～第4の偏光分離手段のうち、少なくとも2つは、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第1～第3の反射型空間光変調素子のうちの少なくとも1つは、反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えているので、明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態における投射表示装置を示す模式図である。

【図2】

ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角 $\alpha$ をパラメータとした時のP変更に透過率の波長依存性を示す図である。

【図3】

図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ無しの場合を示す図である。

【図4】

シリンドリカルレンズ無しの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。

【図5】

図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ有りの場合を示す図である。

【図6】

シリンドリカルレンズ有りの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。

【図7】

本発明の実施形態の第1変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図8】

本発明の実施形態の第2変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図9】

本発明の実施形態の第3変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図10】

本発明の実施形態の第4変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図11】

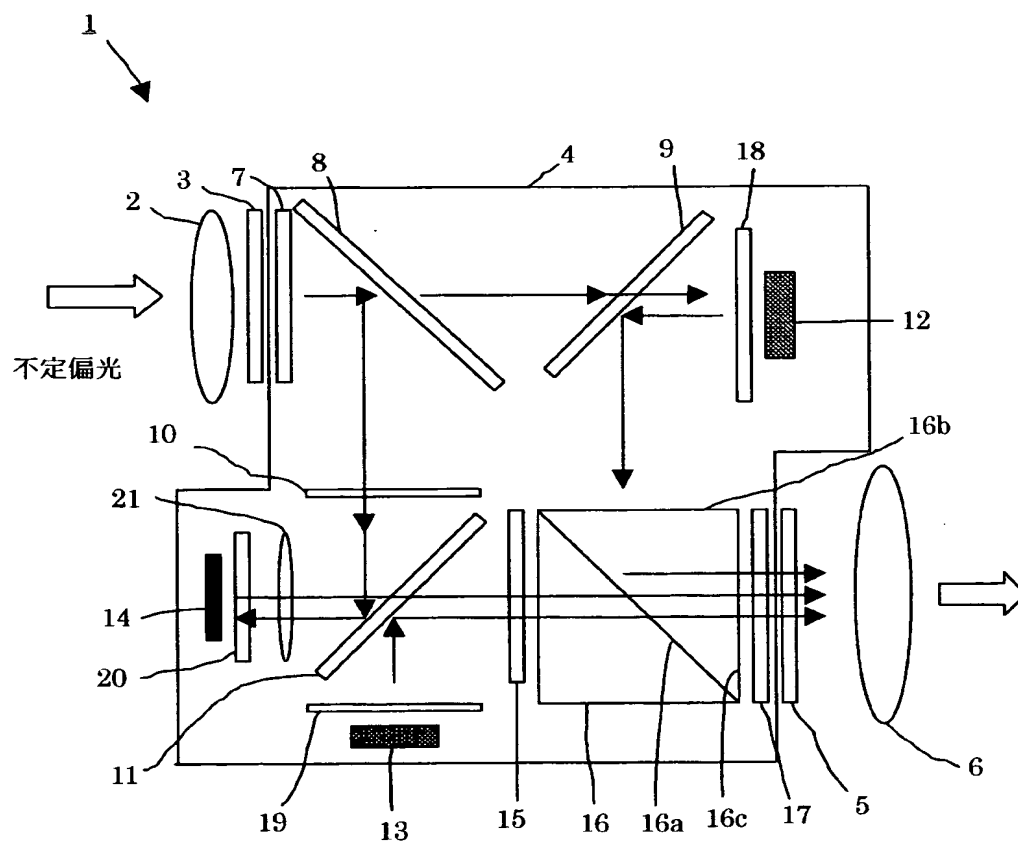
偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ をパラメータとした時のP偏光の透過率の可視波長領域での波長依存性を示す図である。

【符号の説明】

1、22、25、28…投射表示装置、2…レンズ、3…第1の偏光板、4…色分解合成光学系、5…第2の偏光板、6…投射レンズ、7…第1のG用位相板、8…第1のワイヤグリッド偏光分離板（第1の偏向分離手段）、9…第2のワイヤグリッド偏光分離板（第2の偏向分離手段）、10…第1のR用位相板、11…第3のワイヤグリッド偏光分離板（第3の偏向分離手段）、12…G用反射型空間光変調素子、13…R用反射型空間光変調素子、14…B用反射型空間光変調素子、15…第2のR用位相板、16…偏光ビームスプリッタープリズム（第4の偏向分離手段）、17…第2のG用位相板、18…第1の波長板、19…第2の波長板、20…第3の波長板、21、26、29…シリンドリカルレンズ、23、27…B用位相板、24…G用位相板、30…第4のワイヤグリッド偏光分離板、31…B用位相板

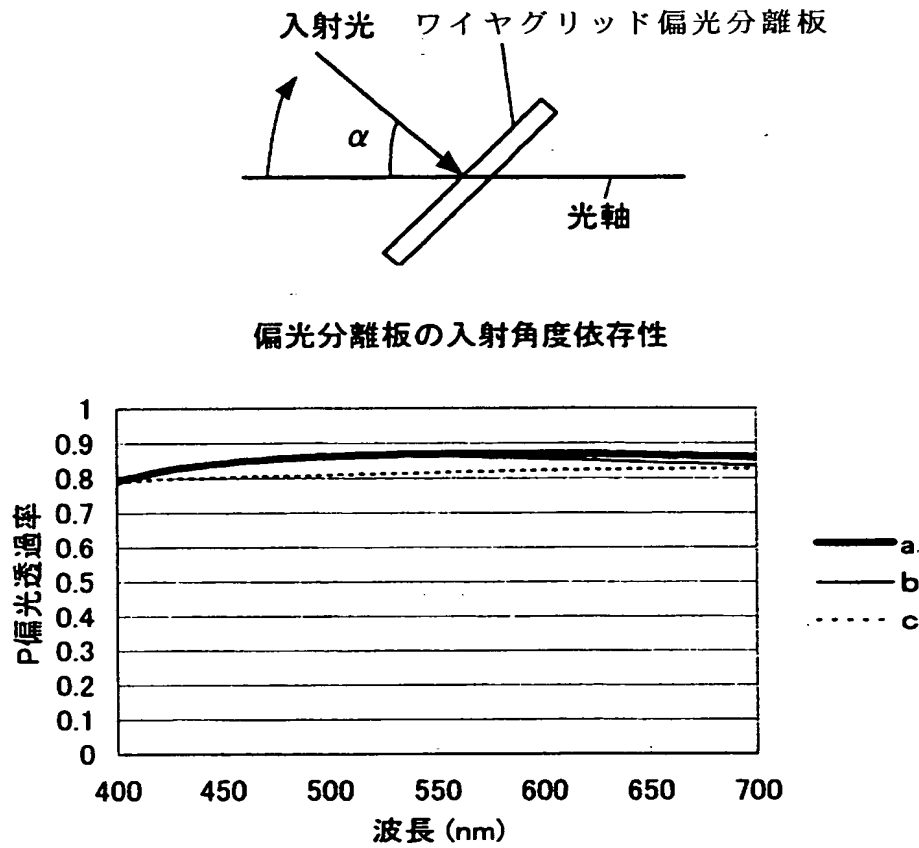
【書類名】 図面

【図 1】

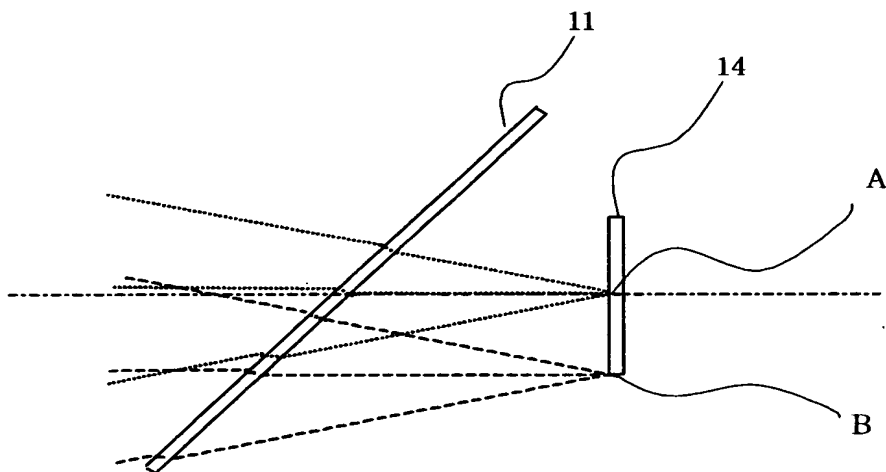




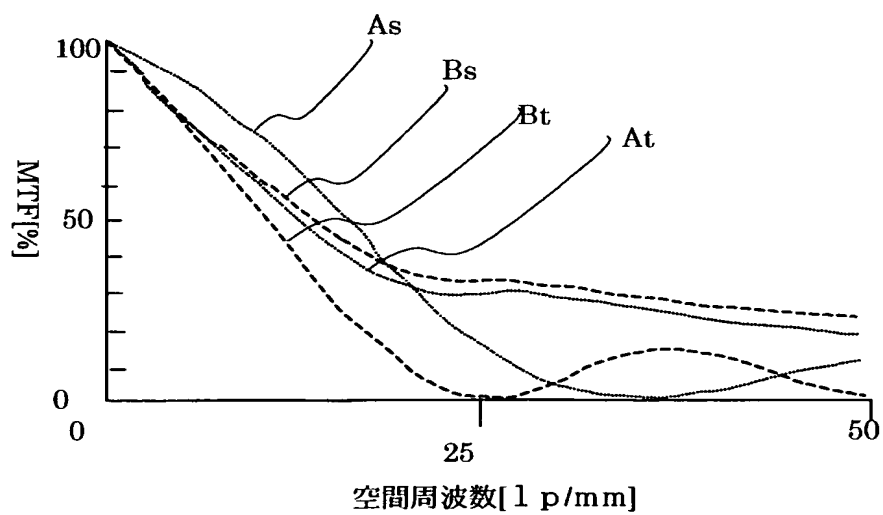
【図 2】



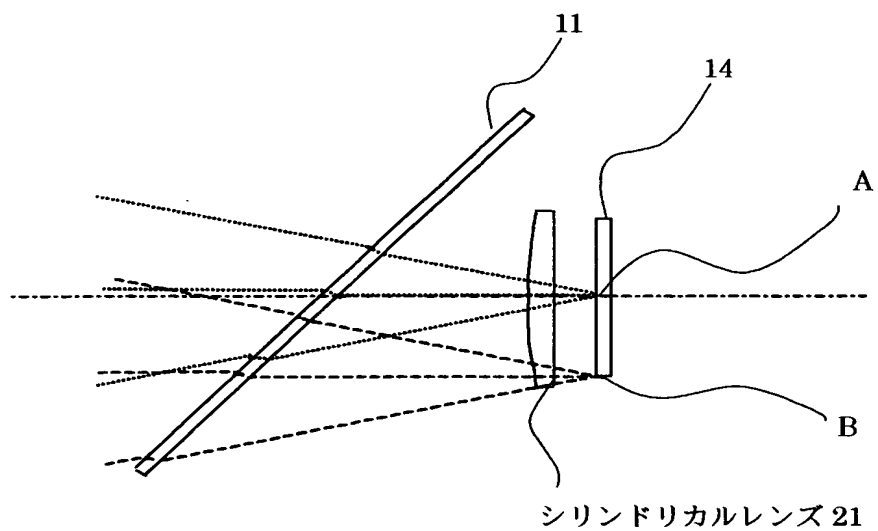
【図 3】



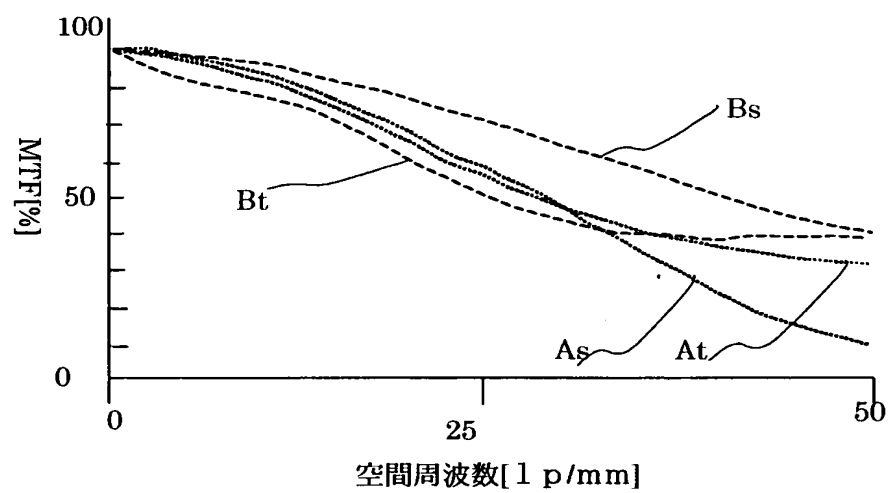
【図 4】



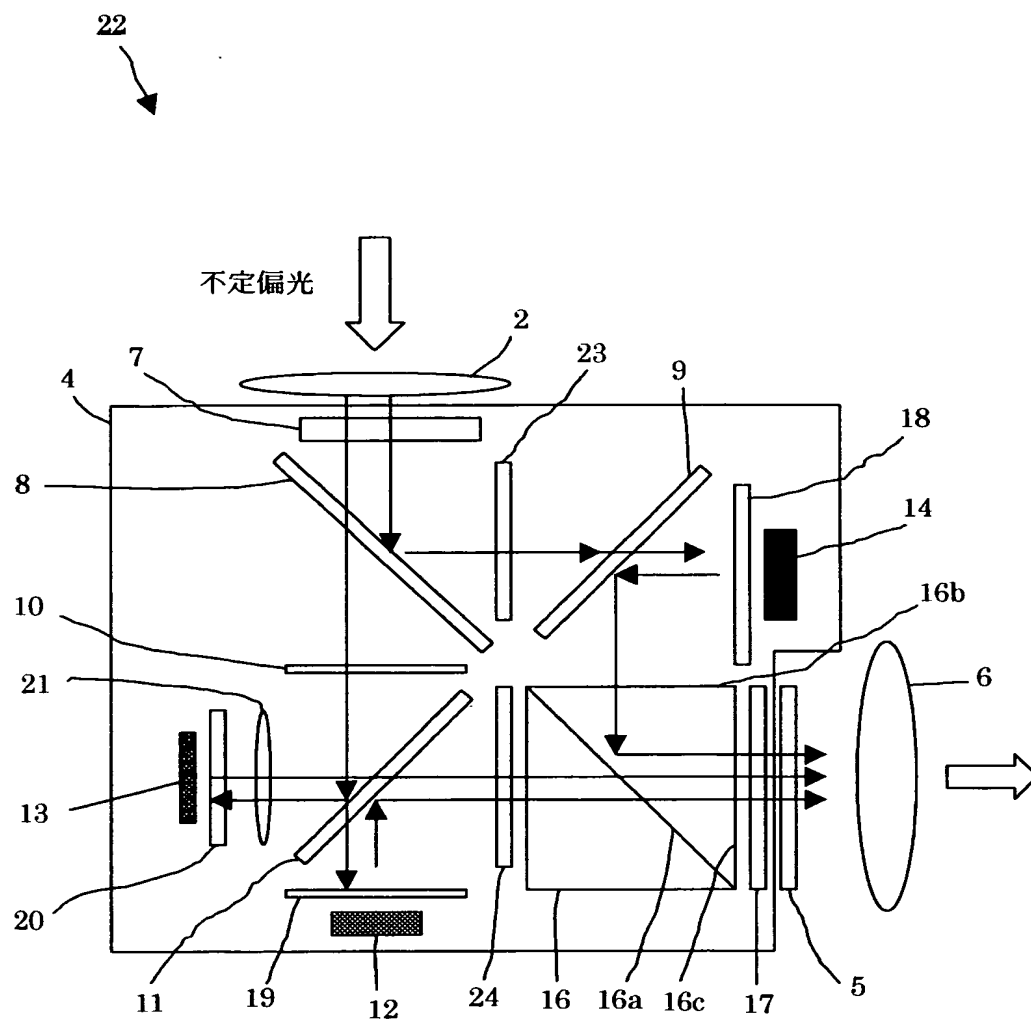
【図 5】



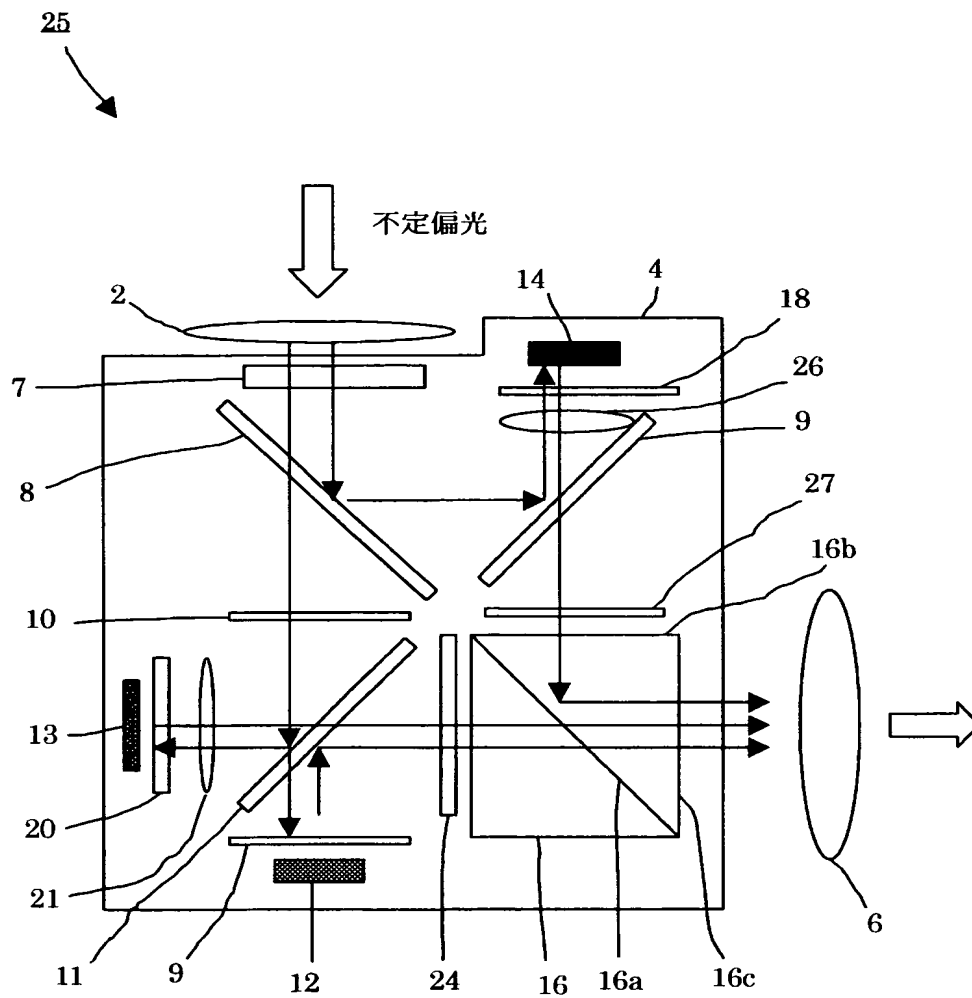
【図 6】



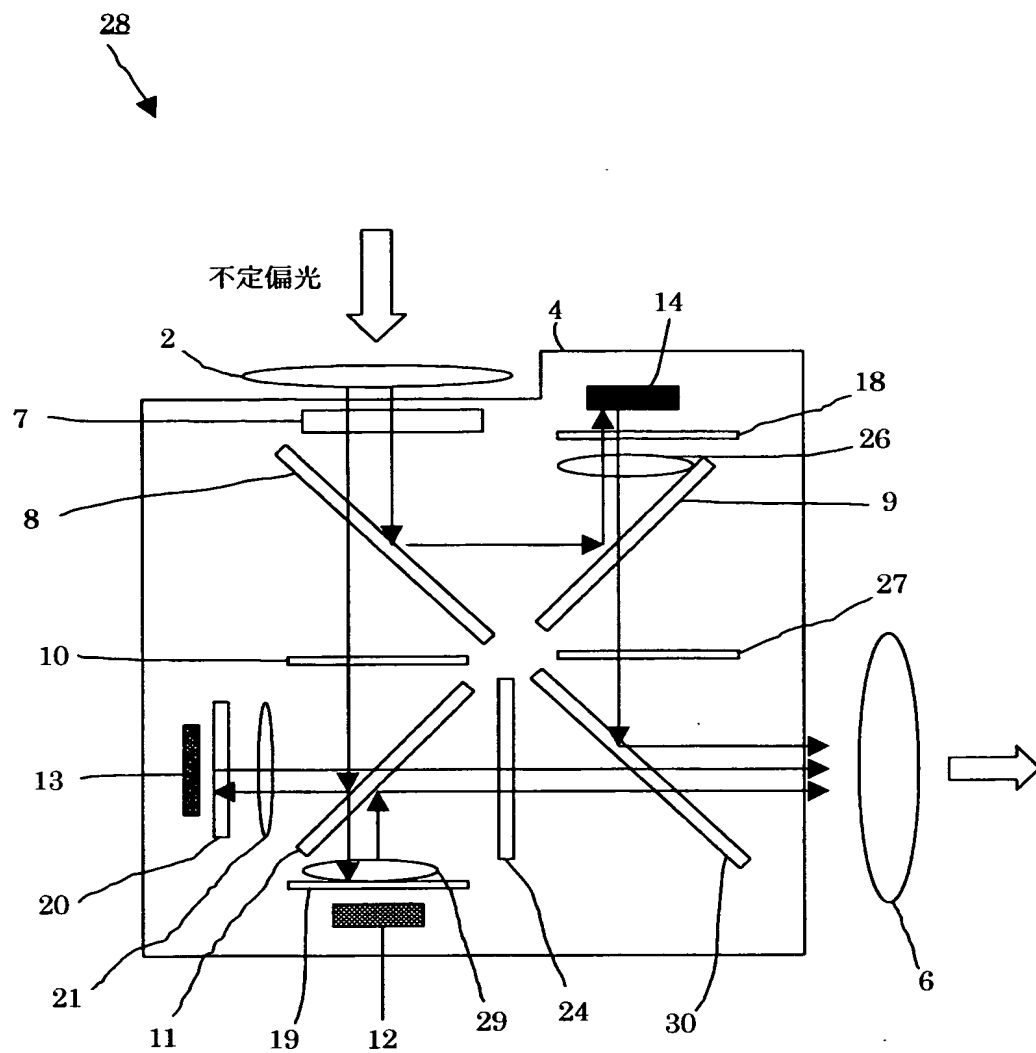
【図 7】



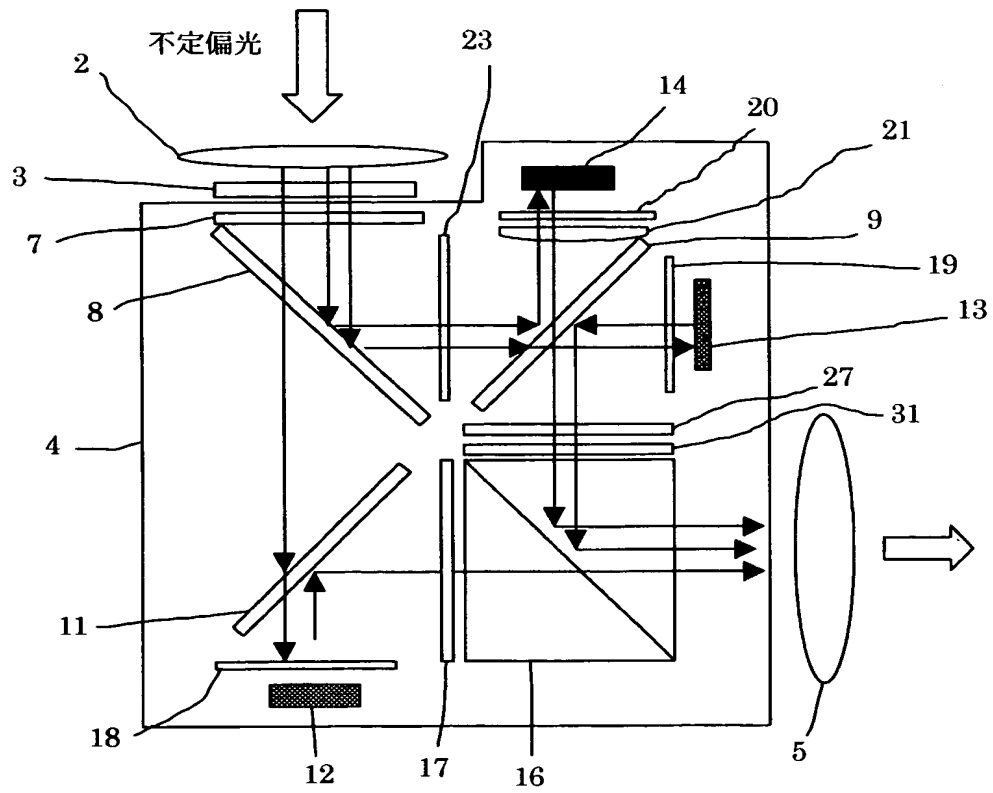
【図 8】



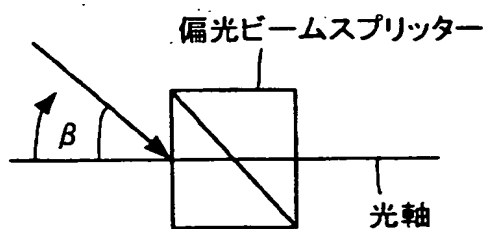
【図 9】



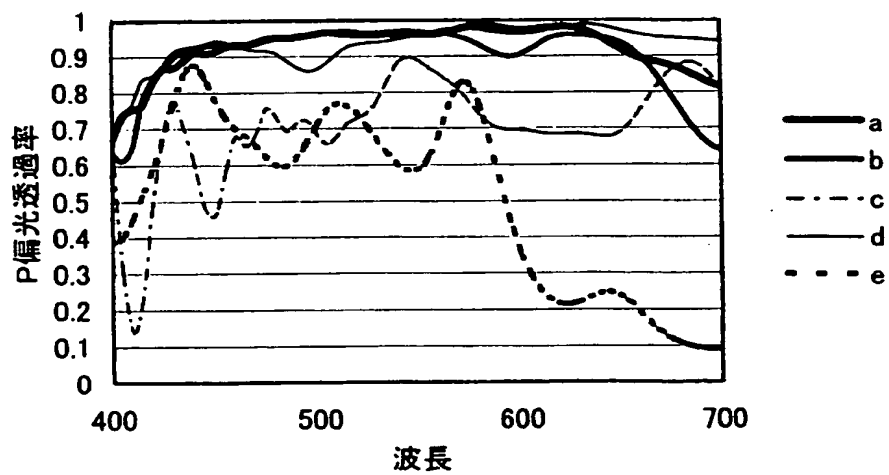
【図 10】



【図 11】



偏光ビームスプリッターの入射角依存性





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を提供する。

【解決手段】 所定偏光の3原色光を各色光に色分解した後、映像信号で変調した後、色合成を行って画像を生成する色分解合成光学系4と、この画像を拡大する投射レンズ6と、からなり、色分解合成光学系4は、対角方向に配置された4つの偏光分離板8、9、11、16と、この4つの偏光分離板8、9、11、16で偏光分離された各色光の映像信号に対応して光変調した後、反射する空間光変調素子12、13、14からなり、入射側に配置された偏光分離板8を除く他の偏光分離板9、11、16の外側面に3つの空間光変調素子12、13、14が配置され、4つの偏光分離板8、9、11、16のうち、少なくとも2つは、ワイヤグリッド偏光分離板であり、少なくとも1つ以上の空間光変調素子と投射側に配置された偏光分離板16との間に非点収差補正用レンズ21を備えた。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 4 0 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 3 2 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名 日本ビクター株式会社